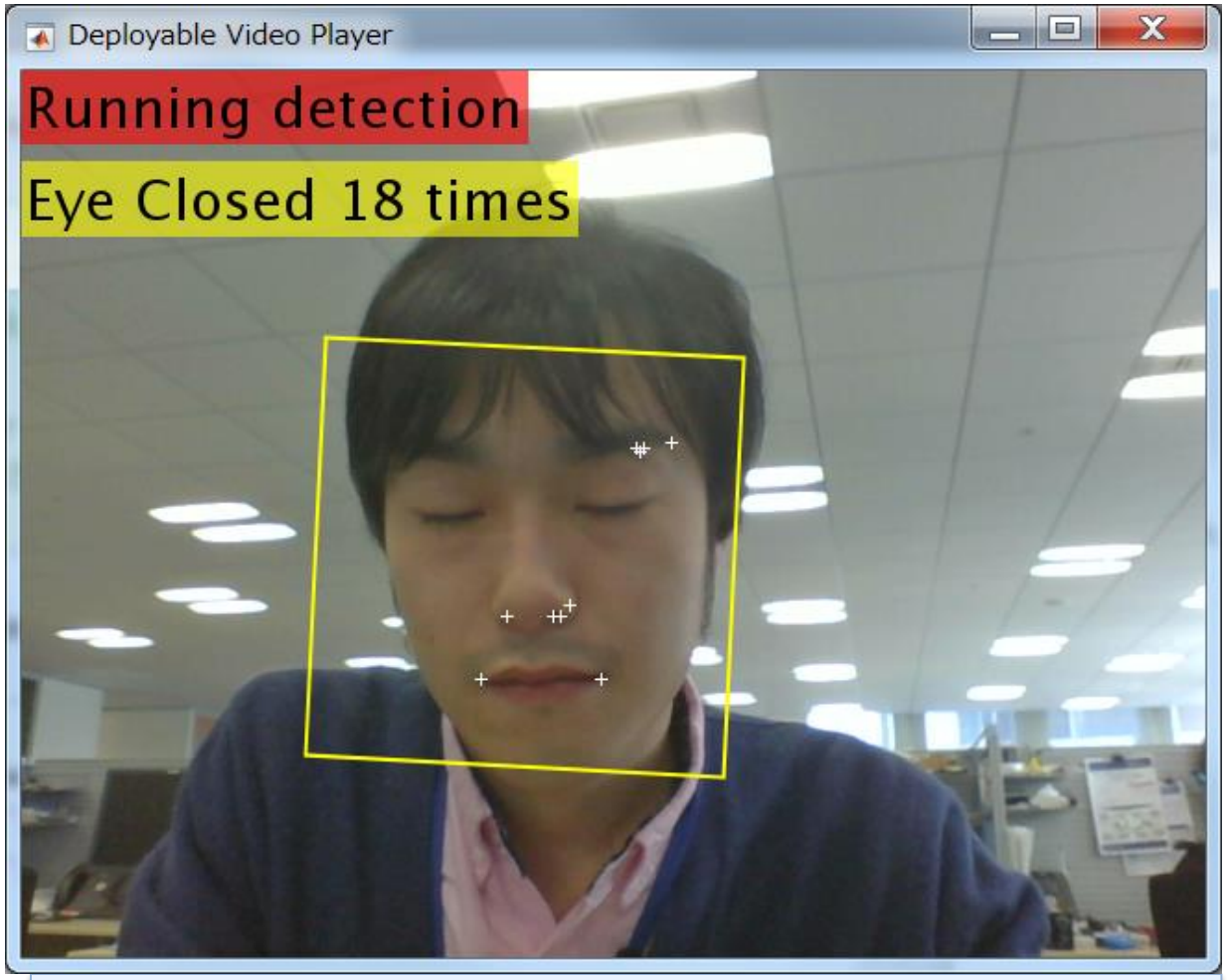
MATLAB の講習会
～機械学習によるまばたきのリアルタイム認識～

MathWorks Japan
アプリケーションエンジニアリング部
木川田 亘

© 2017 The MathWorks, Inc.

瞬きの回数計測

```
>> eyeBlinkDetection_live
```



関数を組み合わせることで複雑な処理を簡単に実現！

Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Statistics and Machine Learning Toolbox™

アジェンダ

- MATLAB/Simulinkのご紹介
- まばたき検出デモを使った演習
- ヒューマンインターフェースへの活用例
- まとめ

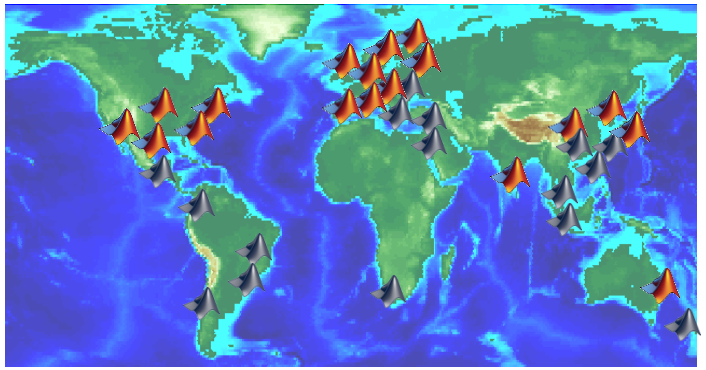
アジェンダ

- MATLAB/Simulinkのご紹介
- まばたき検出デモを使った演習
- ヒューマンインターフェースへの活用例
- まとめ

MathWorks会社概要



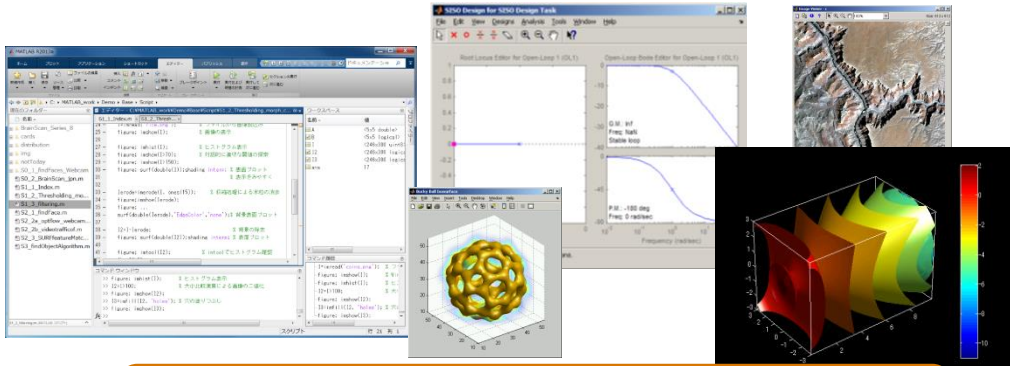
- MathWorks, Inc.
  - 設立：1984年
  - 本社：米国 マサチューセッツ州, Natick
  - 従業員3,500名超
  - MATLAB®・Simulink®プロダクトファミリとPolySpaceの開発、販売、サポート、トレーニング、コンサルティングサービス
  - 年2回（春・秋）の新バージョンリリース
    - R20XXa / R20XXb
- 導入実績
  - 175カ国以上、100万人以上のユーザ
  - 5,000以上の大学
- 日本法人: MathWorks Japan
  - 東京、名古屋、大阪オフィス



MATLAB/Simulink概要

MATLAB

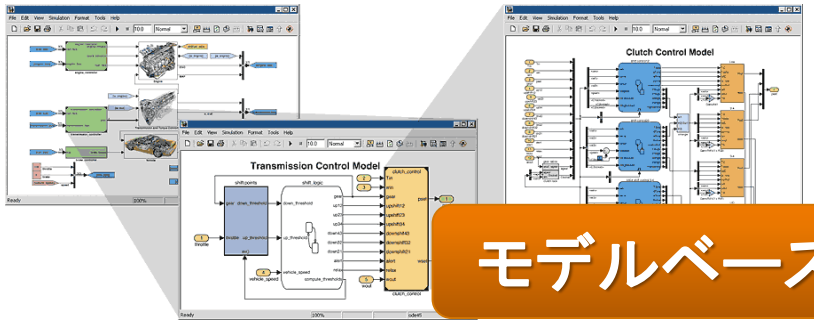
- 語源 **MAT**rix **LAB**oratory
- 行列など容易なデータ操作
- 簡潔なプログラミング言語
- 豊富な数学関数・ファイルI/O
- 2次元/3次元可視化機能
- UI構築機能



科学技術計算 開発環境

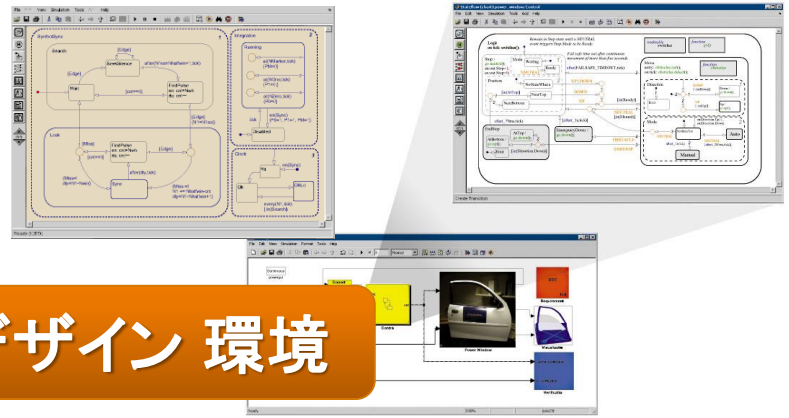
Simulink

- ブロック線図システムモデリング
- 様々な抽象度混在シミュレーション
- コード生成・実機実装と高い親和性



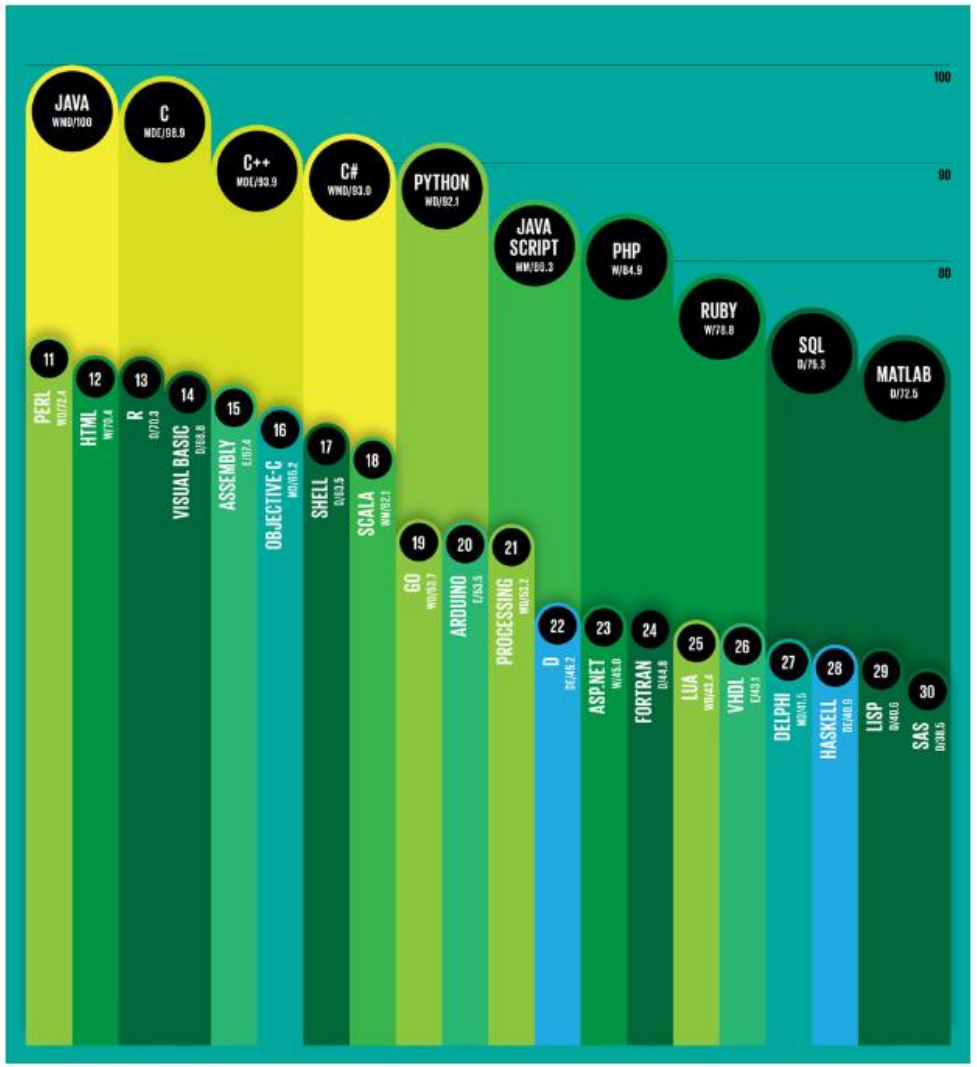
Stateflow

- Simulink用フローチャート・状態遷移図・状態遷移表



モデルベースデザイン 環境

プログラミング言語としてのMATLAB



Infographic: Brandon Palacio

Key | W – Web | M – Mobile | D – Desktop and Enterprise | E – Embedded
Scores are normalized so that the top-ranked language's score is set to 100.

2014年7月
***IEEE Spectrum*による、**
プログラミング言語の人気調査
（*12*種類の項目での結果）

結果: MATLABがC, C++, Javaなどの従来からの汎用言語と並び、10位にランクイン

Data sources: Google, CareerBuilder, IEEE Xplore, Github, and more.

MATLAB・Simulinkは、様々な分野で活用いただいています

マツダが MATLAB と Simulink を活用して SKYACTIV TECHNOLOGY のエンジン開発を加速

Model-Based Calibration Toolbox によってエンジンの効率性を最適化すると同時に、世界中の排気ガス規制に準拠

東京, 日本 - (18 Oct 2012)

MathWorks は、マツダが MATLAB、Simulink、およびModel-Based Calibration Toolbox を活用して SKYACTIV TECHNOLOGY のエンジン開発を加速したことを発表しました。この結果マツダは、世界中の厳格な排気ガス規制を満たしながら、SKYACTIV エンジンの効率性を最適化することができました。



マツダの SKYACTIV-

SKYACTIV エンジンは、トルクと燃費を向上する最新のハードウェア技術を採用しています。マツダでは、Model-Based Calibration

MATLAB および Simulink 、国際宇宙ステーションのNASA SPHERES プロジェクトに導入

東京, 日本 - (23 Jul 2013)

MathWorks は、MATLAB および Simulink が NASA の Synchronized Position Hold Engage and Reorient Experimental Satellites (SPHERES) プロジェクトの一環として 国際宇宙ステー



プション: 国際宇宙ステーションで 3 台の SPHERES とともに自る NASA の宇宙飛行士

の球状人工衛星です。宇宙ステーションの乗組員、地上

ノーベル財団、ポートフォリオのリスク評価と受賞者の賞金に関する長期的目標の達成のために MATLAB を採用

30 年間のリスクシナリオと資産収益率モデルを使用

東京, 日本 - (13 Jan 2014)

MathWorks は、ノーベル財団が 5 億ドル (33 億クローナ) のポートフォリオの資産負債管理方法をサポートし、将来の受賞者に賞金を授与するという長期的目標を達成するために、MATLABを採用したことを発表しました。

ノーベル財団は、財団の資金のリスクシナリオと資産収益率のシミュレーションエンジンをMATLABを活用して構築、実装します。　このシミュレーションエンジンは、30 年間の見通しを目標とする見込みで、これは、モデルアーキテクチャの展開に応じて場合によっては 100 年間に延長されます。ノーベル財団は、長期的なキャッシュフローとリスク感応度を明確に把握し、2008 年の銀行経営破綻のような予期しない突発的な出来事が発生した場合に支払能力を重視した

各種インターフェース連携の拡充

Data Acquisition Toolbox

- データ収集ボード




Image Acquisition Toolbox

- Webカメラ
- フレームグラバ




Vehicle Network Toolbox

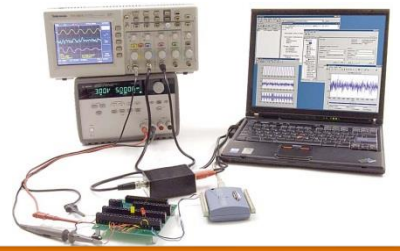
- CAN通信カード





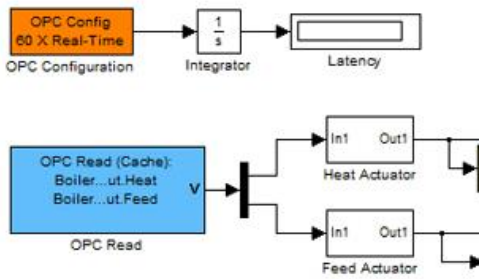
Instrument Control Toolbox

- Serial, TCP/IP, UDP, I2C
- オシロスコープ・信号発生器



OPC Toolbox

- OPC通信



MATLAB

- COM/Windowsドライバ経由で様々なデバイスに対応可能



実機とMATLAB/Simulinkを接続した計測・解析・表示・実験が可能

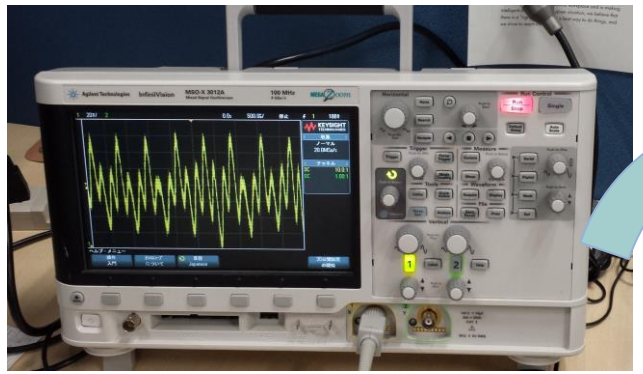
オーディオデバイスI/O

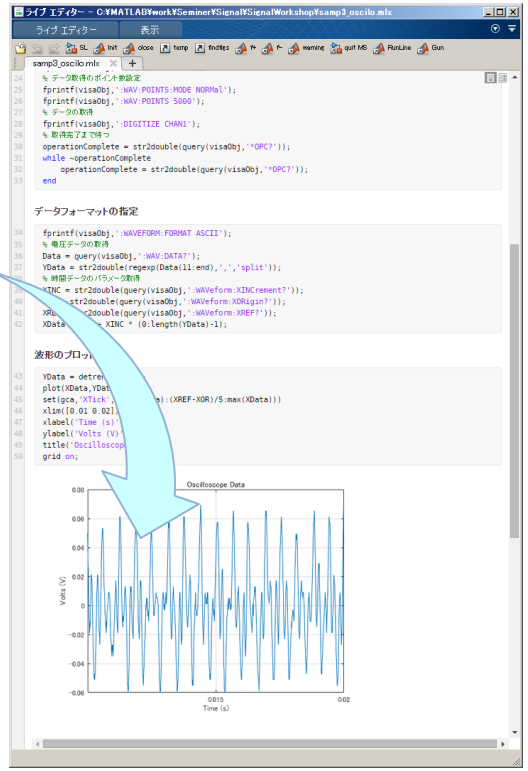
Product	MATLAB	Data Acquisition Toolbox	Audio System Toolbox
コマンド	audioplayer audiorecorder	startForeground startBackground	audioDeviceReader audioDeviceWriter
チャンネル数	1 or 2(Mono or Stereo)	マルチチャネル対応	マルチチャンネル対応
ASIO, WASAPIドライバ			✓
ストリーミング処理			✓
Simulink			✓
チャンネルマッピング			✓
トリガによる取得		✓	
バックグラウンド処理		✓	
Cコード生成			✓

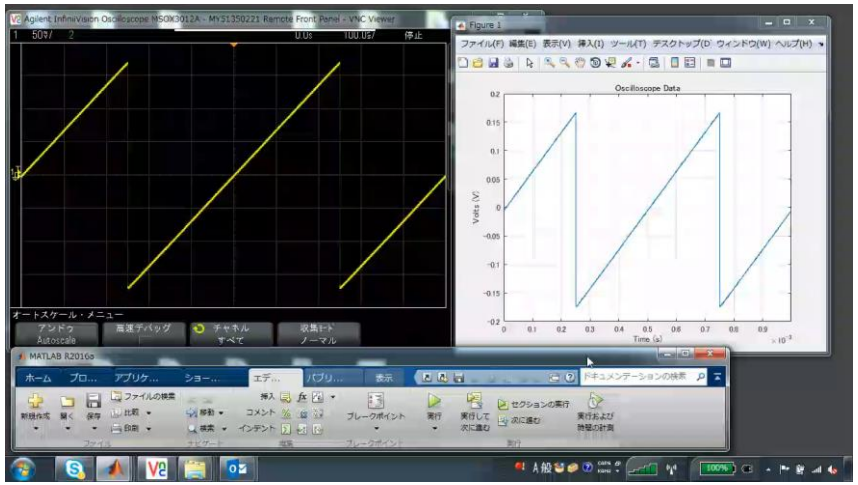
いずれもPC搭載サウンドカードやUSB/Firewire接続の
オーディオインターフェースからデータ取得できます。

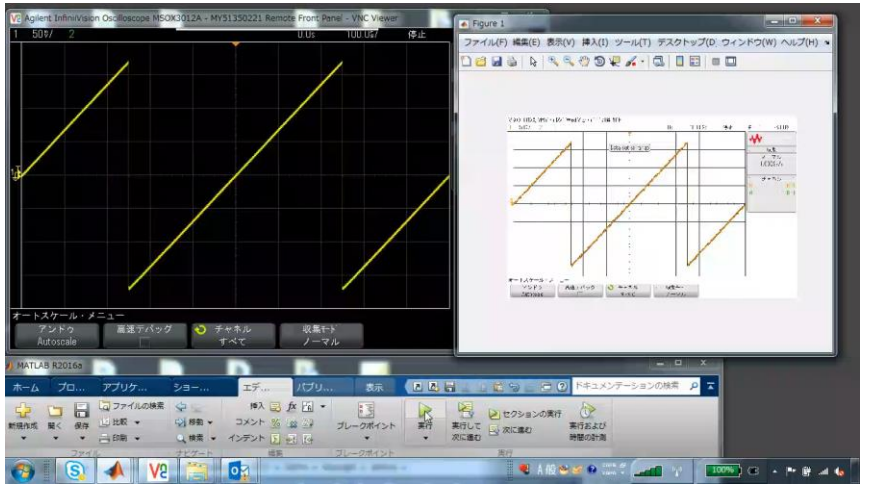
測定機器連携によるデータ取得・解析

- 測定器を制御し、測定データを取得
- 取得したデータを解析











Instrument Control Toolbox

Kinectなどのカメラデバイス連携

Image Acquisition Toolbox™



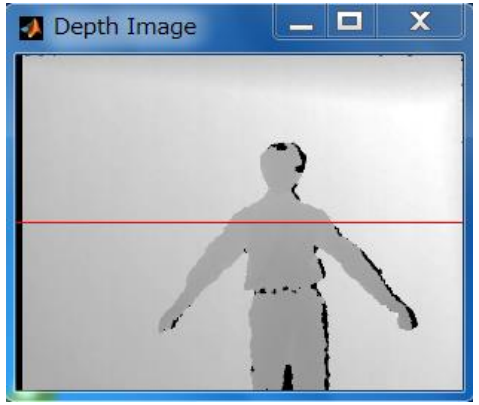
Kinect v1
R2013a



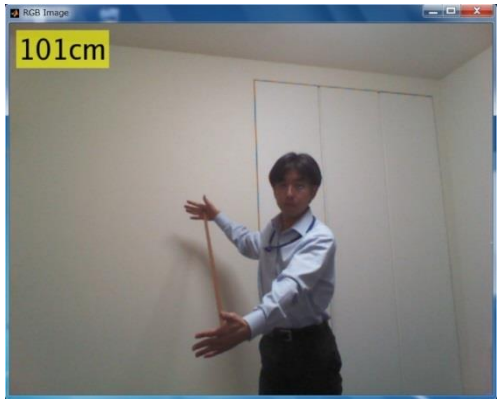
Kinect v2
R2016a



RGB画像＋骨格座標



深度画像



測定への応用



ハードウェアからの
容易なデータ取り込み
- 3次元座標・奥行き取得
- ジェスチャ認識　etc

ハードウエアサポート機器の拡充



Arduino® Nano, Uno, Mega 2560



Raspberry Pi™
Raspberry Pi™2, 3



Apple® iOS Devices



LEGO® MINDSTORMS® EV3



LEGO MINDSTORMS NXT



KINECT™ for Windows®



RTL-SDR Radio



Samsung® GALAXY Android™



BeagleBoard /PandaBoard



Digilent® Analog Discovery™



TurtleBot™

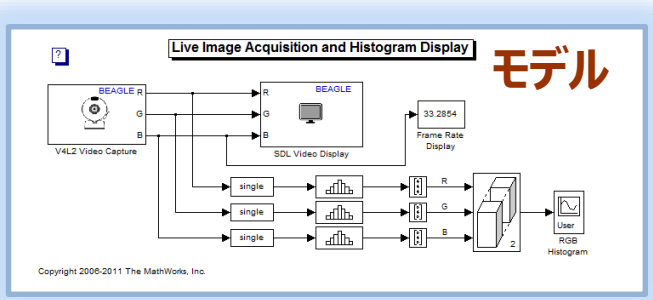


KINECT™ for Windows® V2

サポートされているハードウェア一覧
http://jp.mathworks.com/hardware-support

ローコストハードウェア連携機能

- Simulinkからボタン1つでモデル組み込みを実現



モデル

Cコード生成

コンパイル/実装



Arduino

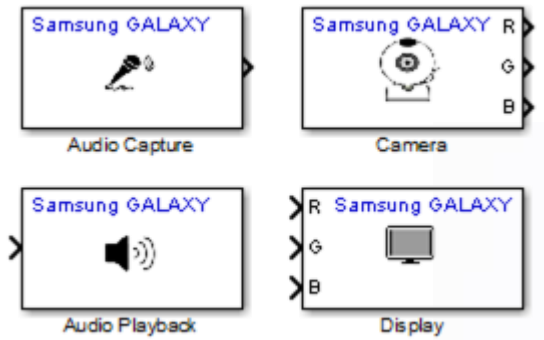


Raspberry Pi, Pi2, Pi3



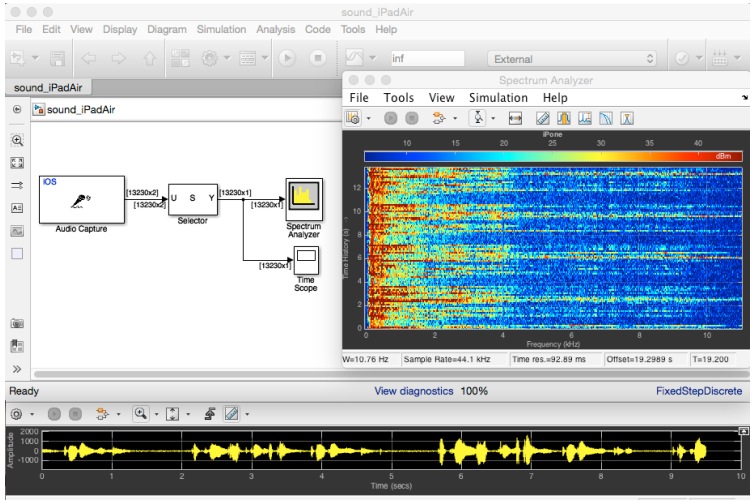
LEGO MINDSTORMS NXT/EV3

iOS / Android端末向けアプリ開発

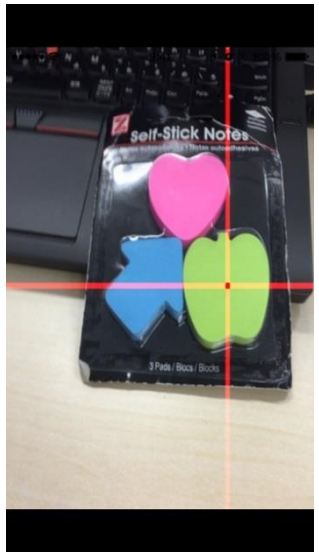


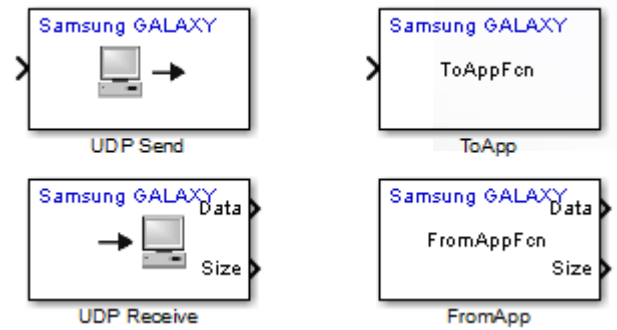
Audio
Video











Communication

App開発環境(Xcode IDE等)と連携して、Appを作成できます
http://jp.mathworks.com/hardware-support/ios-device-simulink.html

クラウド連携：ThingSpeak



収集

コマンド 1行
専用ブロック

可視化＆解析

-WEB上でデータの確認が可能
-公開範囲Private/Public選択
-MATLAB関数で解析＆可視化

アクション

-ｃｓｖ形式でデータ保存
-条件を満たしたらツイート等
様々なアクション機能

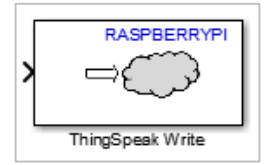
IoTプラットフォームThingSpeak利用のメリット

- **インターネットでどこからでもデータ確認&解析**
- **Arduino/Raspberry Piとの活用で、低価格な実験系を構築**
- **プログラムの完了/データ異常をスマホでチェック**

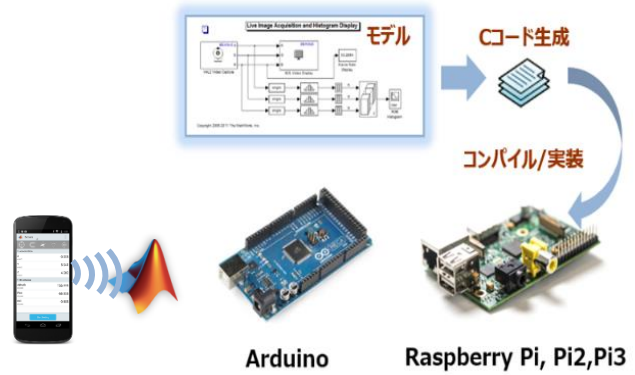
- **無料ではじめられます！！**
- **準備は簡単３ステップ**

-アカウント/チャネル作成
-関数群のインストール
-専用コマンド/ブロック
で簡単利用

thingSpeakWrite



- **低価格HWとの相性が◎**



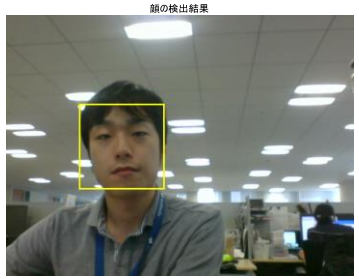
アジェンダ

- MATLAB/Simulinkのご紹介
- まばたき検出デモを使った演習
- ヒューマンインターフェースへの活用例
- まとめ

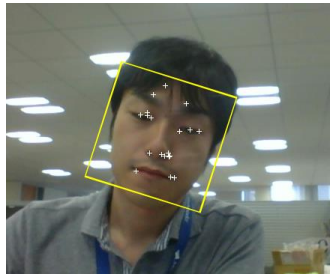
まばたき検出デモを使った演習



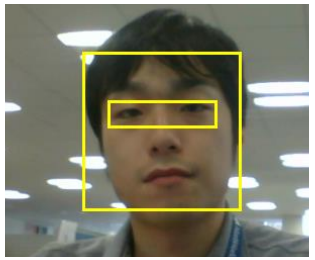
カメラから
画像取得



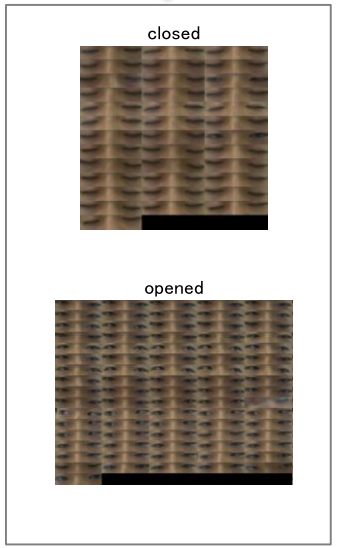
顔検出



追尾

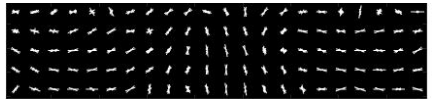


両目検出

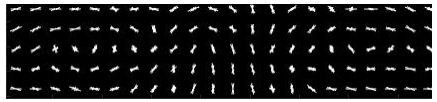


学習用画像の収集

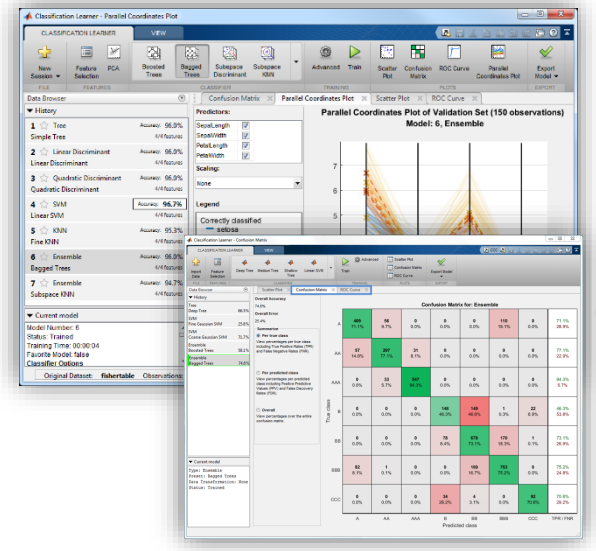
閉眼時の特徴量



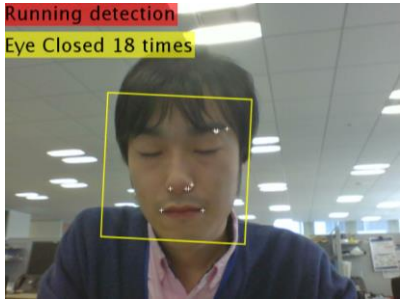
開眼時の特徴量



特徴抽出



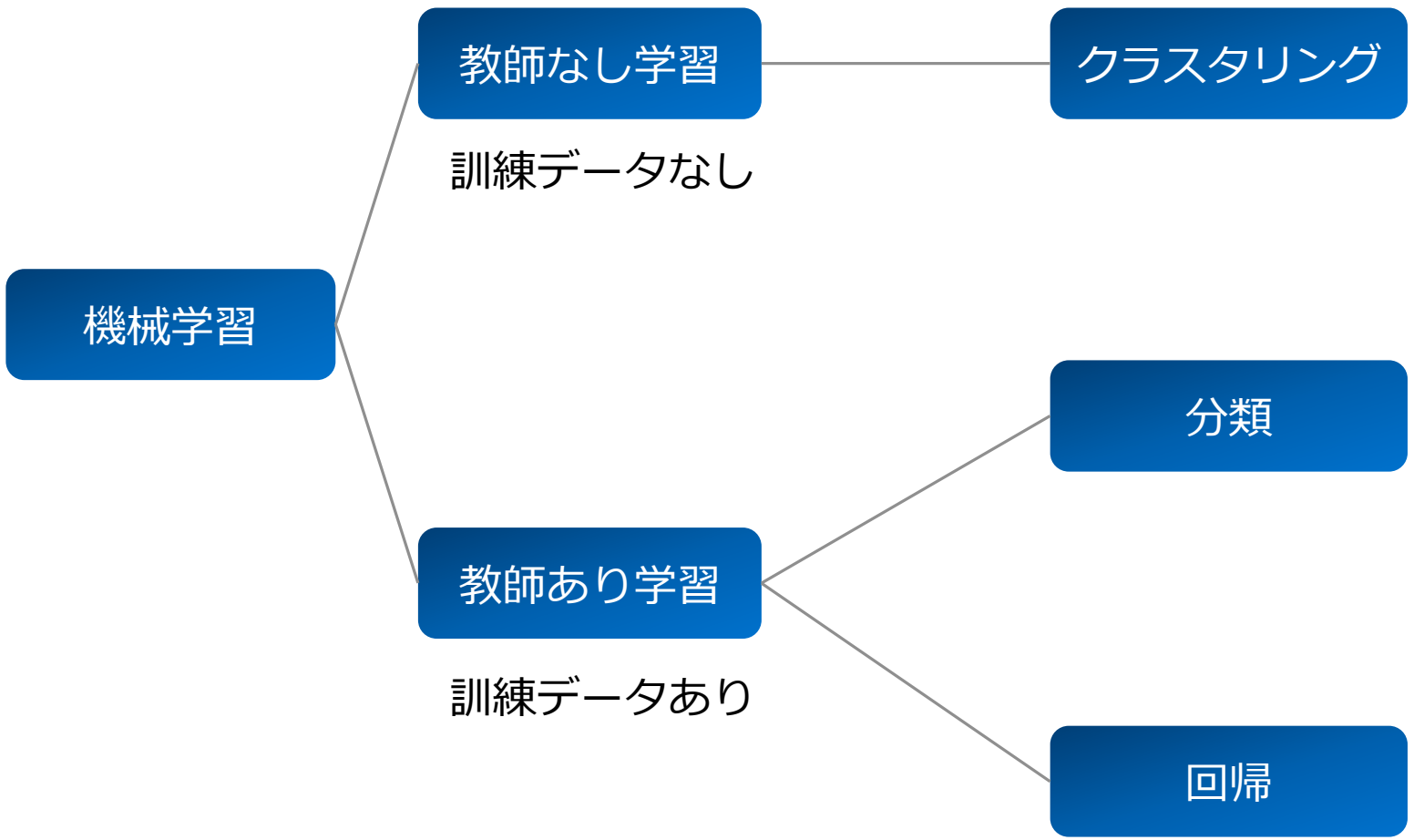
GUIによる分類器設計



設計した分類器で
まばたき検出

```
>> edit eyeBlinkDetection_still.m
```

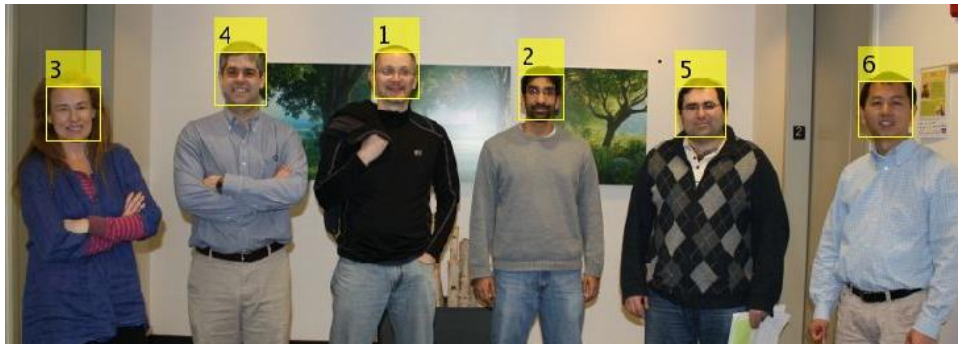
MATLAB における機械学習



Neural Network Toolbox™
Statistics and Machine Learning Toolbox™

顔・人物の認識、機械学習用関数

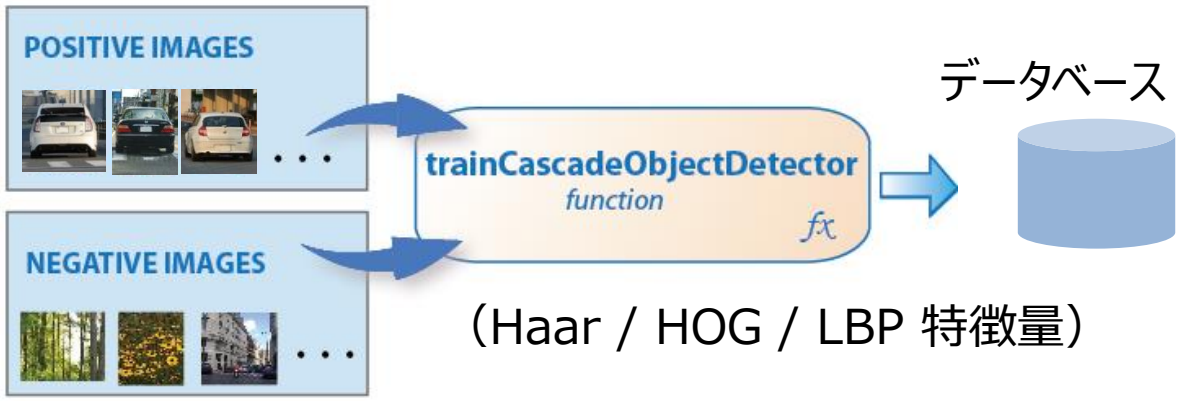
- 顔認識 (Viola-Jonesアルゴリズム)



- 人物認識 (HOG特徴量)

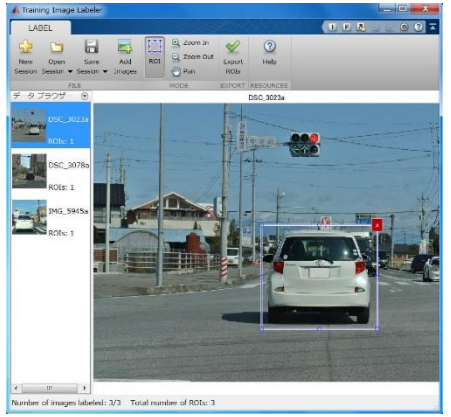


- 機械学習用の関数（任意の物体認識）



（Haar / HOG / LBP 特徴量）

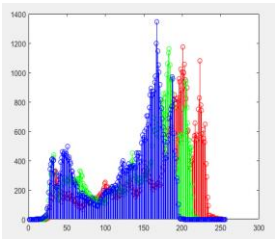
ラベリング用のツール

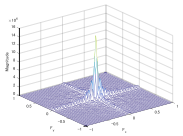


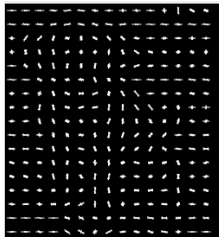
さまざまな特徴量の抽出

- BRISK, FREAK, SURFなどのキーポイント
- 輝度勾配ヒストグラム(HoG)
- ボックスフィルタ(累積画像)
- テクスチャ情報(Gabor, Texton)
- Bag-of-Visual Words
- 色ベースの特徴量
- 周波数領域の特徴量

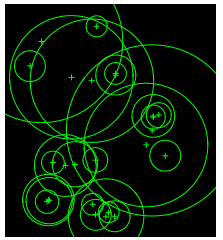

画像


色情報


周波数
位相


輝度勾配
ヒストグラム


エッジ


特徴点

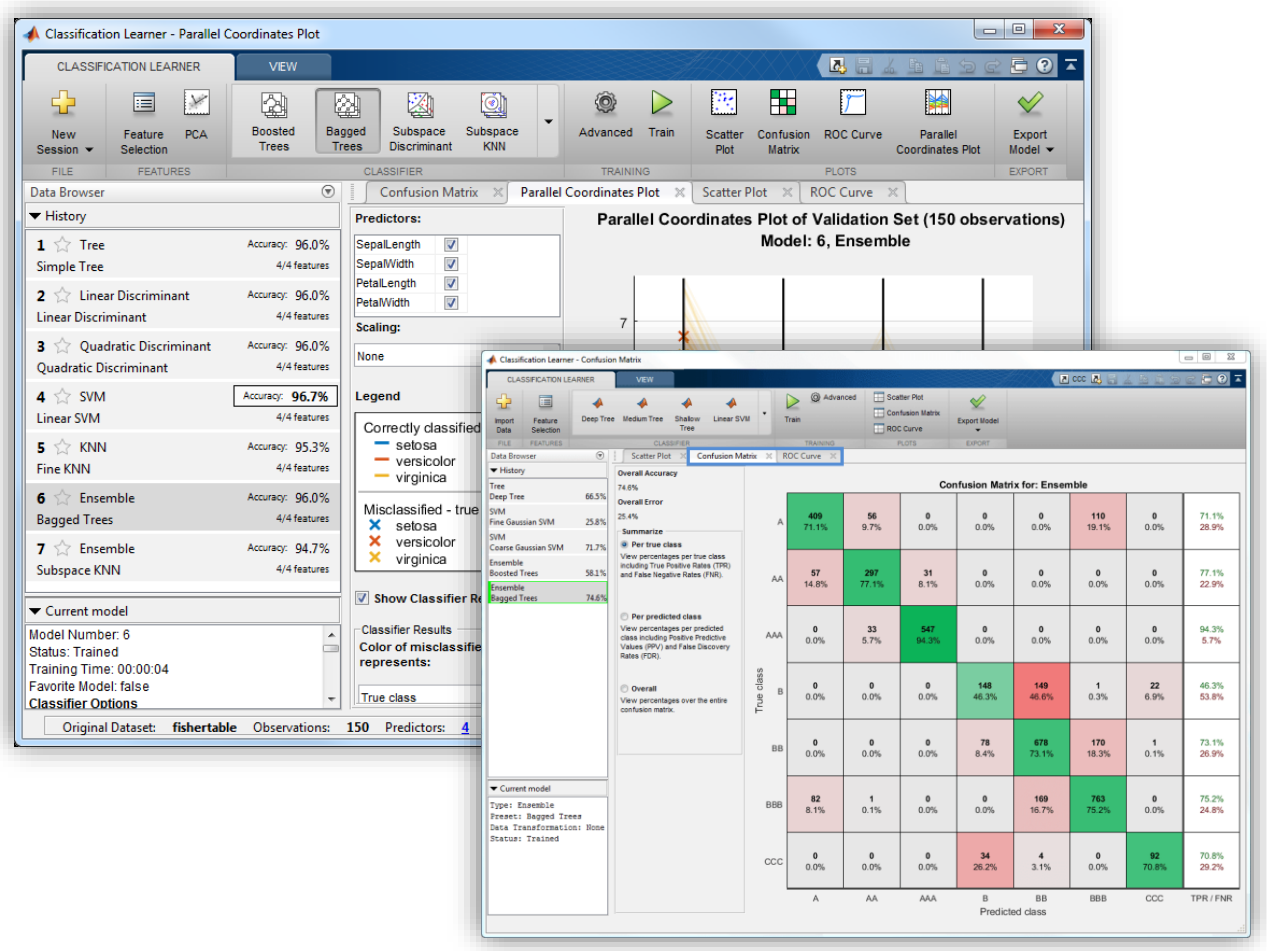
密 → 疎

MATLABでは、さまざまな画像特徴量を抽出、探索することが可能！

Classification Learner App

分類学習器

- データ分類のモデル学習GUI
  - 教師あり学習アルゴリズムの比較
  - 特徴の選択
  - 主成分分析による次元削減
  - 検定方法の選択
- 分類器の種類
  - 決定木
  - 判別分析
  - サポートベクタマシン (SVM)
  - k最近傍法
  - アンサンブル学習



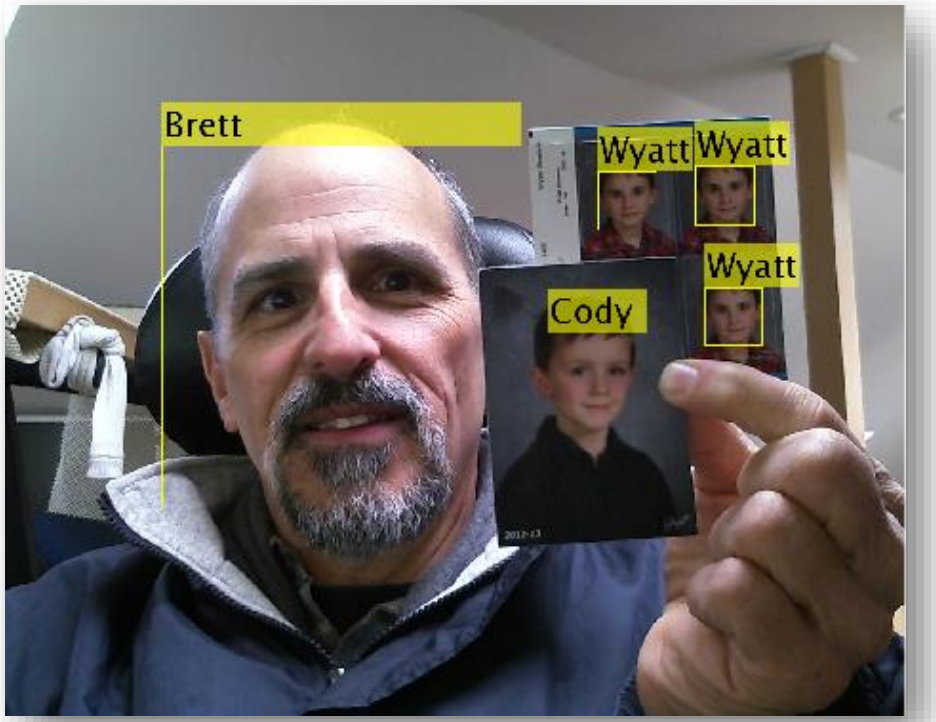
アジェンダ

- MATLAB/Simulinkのご紹介
- まばたき検出デモを使った演習
- ヒューマンインターフェースへの活用例
- まとめ

人物認識、顔認証

Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Statistics and Machine Learning Toolbox™

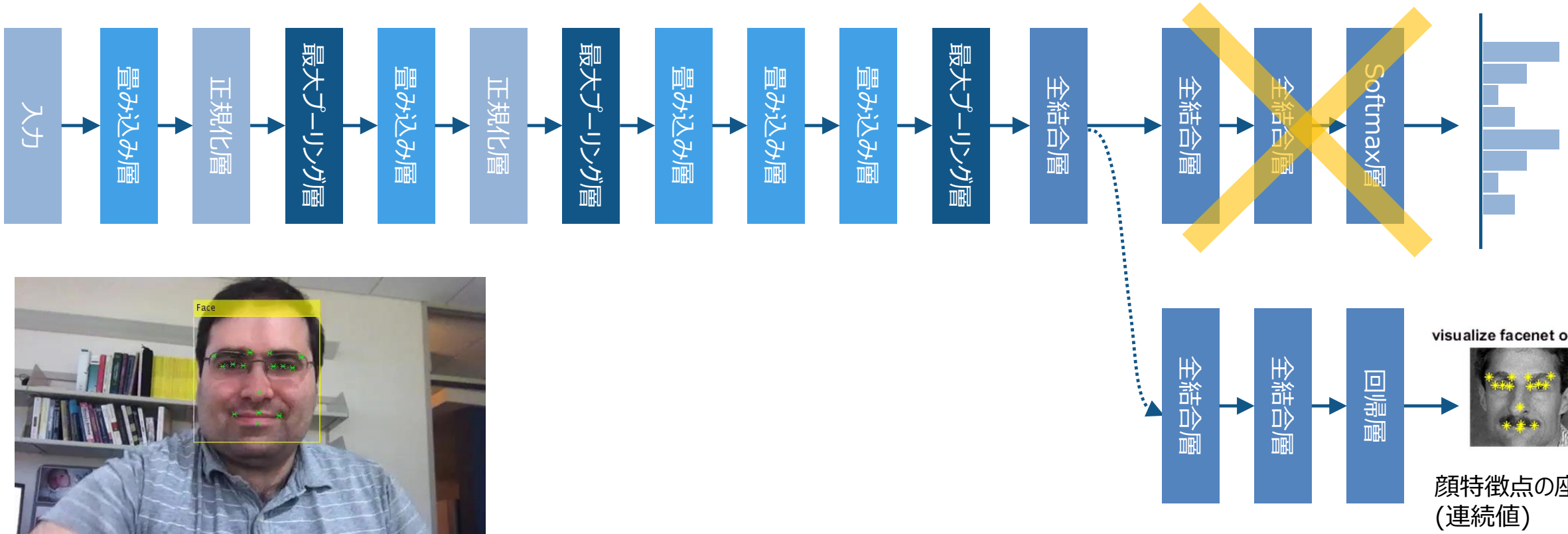
- 事前登録した人物を識別して、認証



表情認識

R2017a

Alex Net をベースにした転移学習により顔特徴点抽出

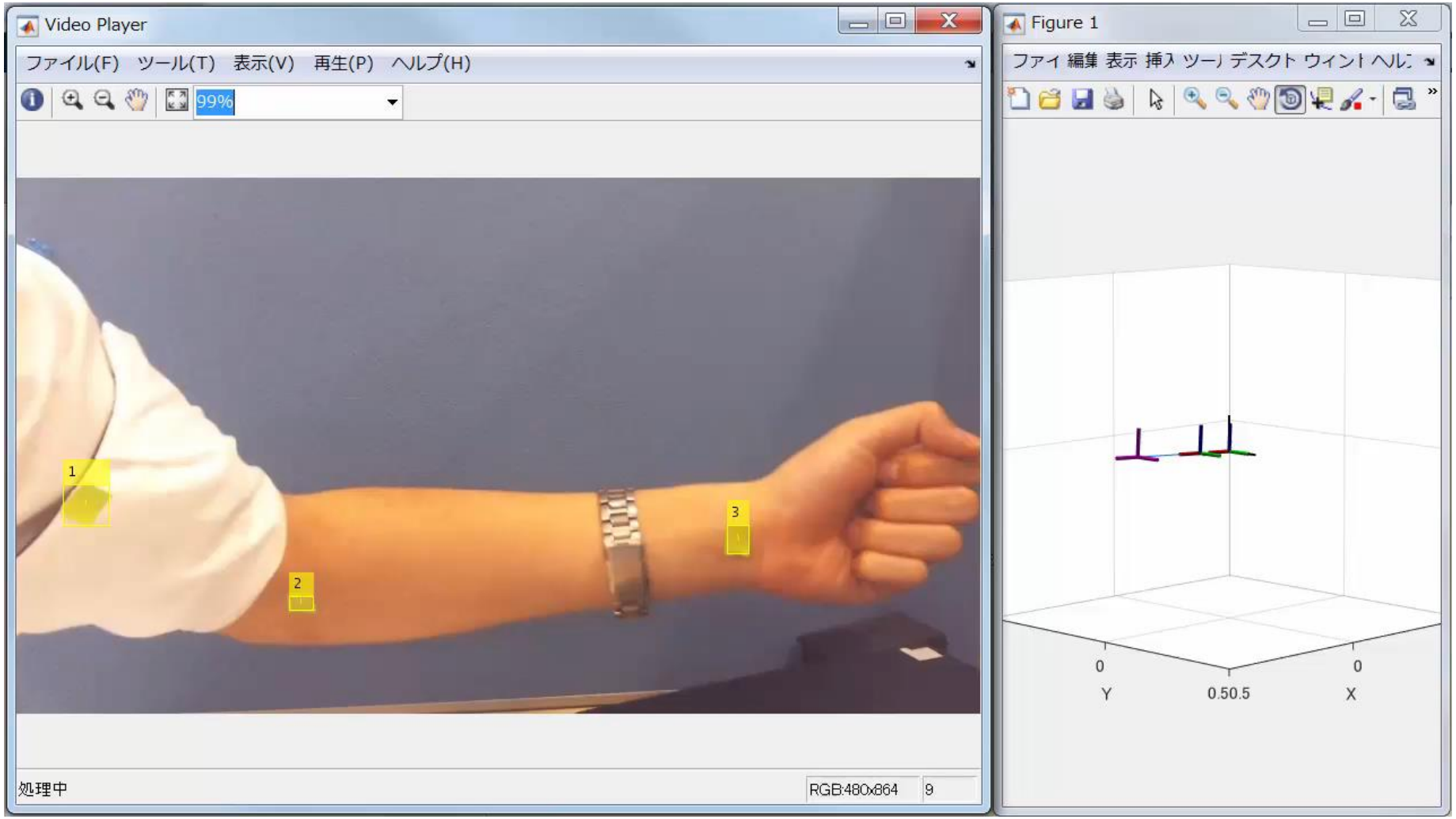


Neural Network Toolbox
Computer Vision System Toolbox
Parallel Computing Toolbox
Statistics and Machine Learning Toolbox

腕のモーションキャプチャ

マーカーをつけて関節動作を取得し、動作解析

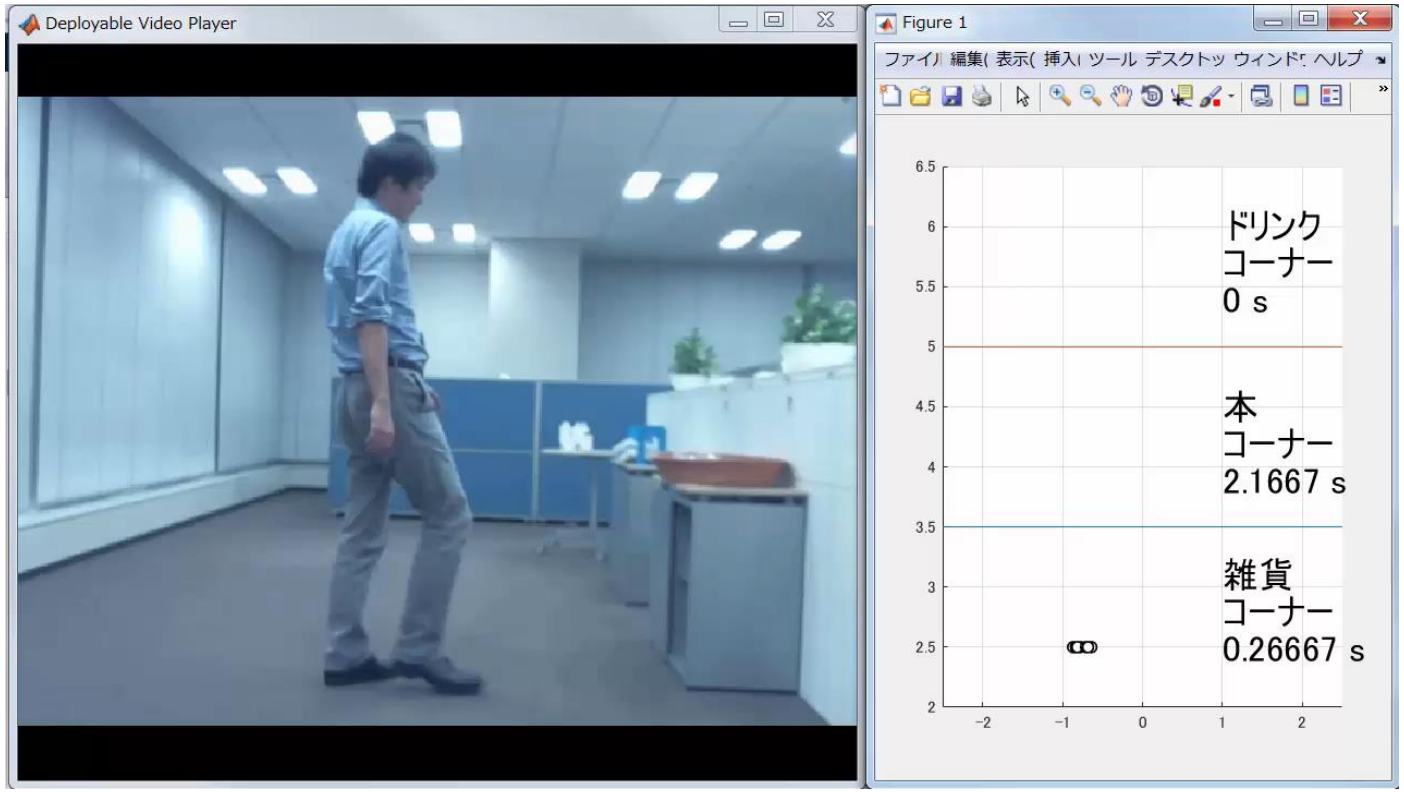
Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™

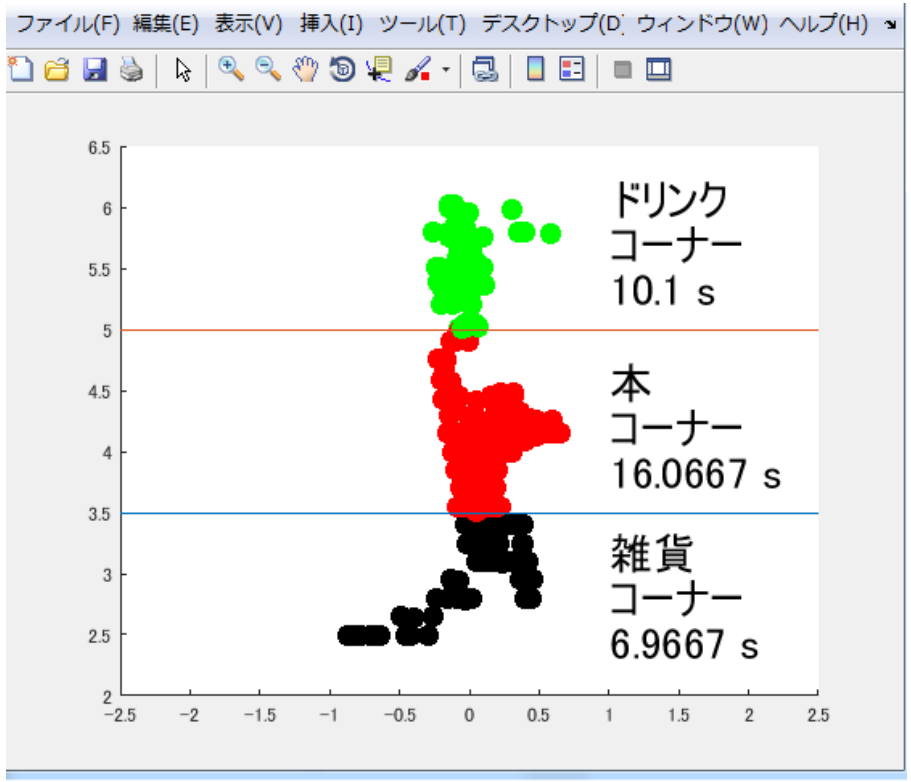


ステレオビジョンによる人の認識と行動予測

Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™

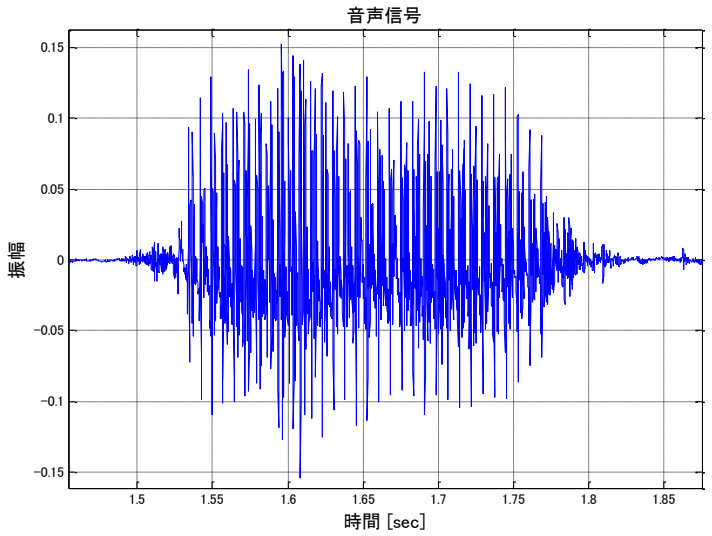
- 人認識＆3次元処理で「各コーナー滞在時間」を解析





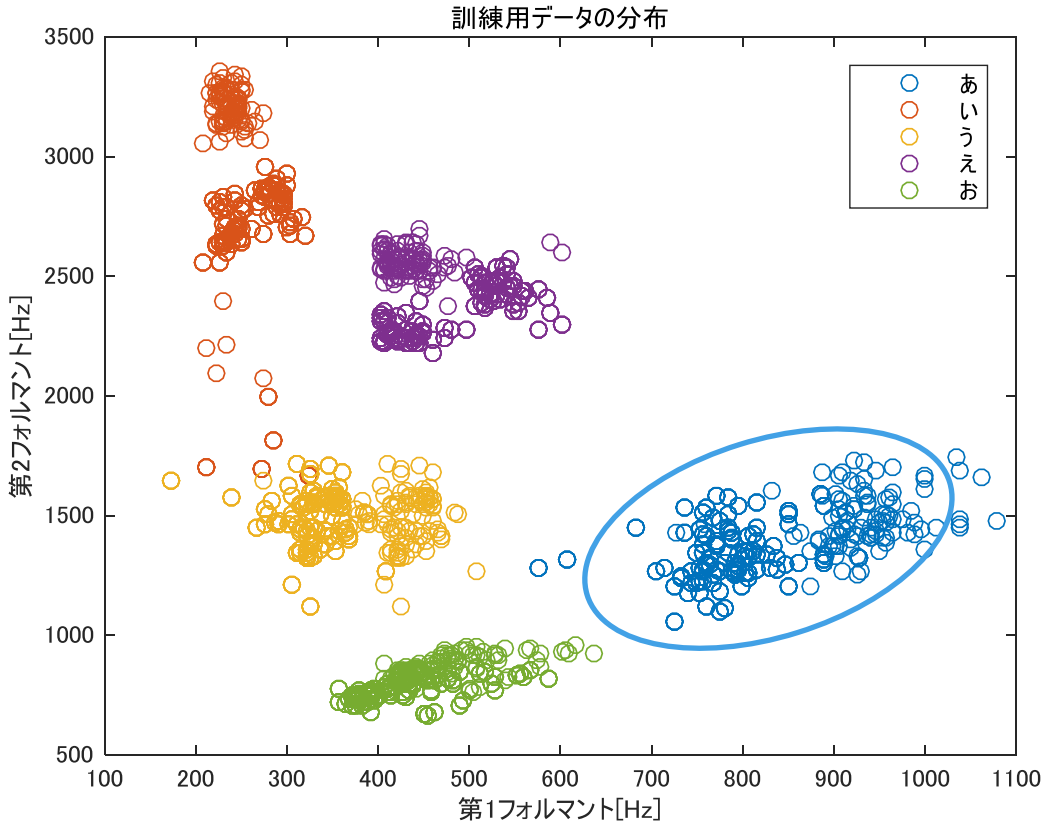
行動解析結果プロット

音声の母音認識



母音のフォルマントの抽出

信号の容易な操作



600人分のフォルマントのデータ

行列の優れた取り扱い
便利な可視化機能

ウェアラブルデバイスを使った喘息の症状管理(クラウド解析)





The AirSonea device connects to an asthma patient's smartphone and communicates with wheeze analysis algorithms on iSonea's server.

- 呼吸状態をモニタリングするシステムの開発と実装
- 息切れ検知で喘息の症状を管理

*"MATLAB*を使うことで音声信号処理アルゴリズムの開発、
デバッグやテストを迅速に行うことができ、
*MATLAB Coder*は開発したアルゴリズムを*C*コードとして実装するプロセスを簡略化しました。
同じ開発時間で同じ結果を得ることができるツール・
プログラミング言語は、他にはありません。"

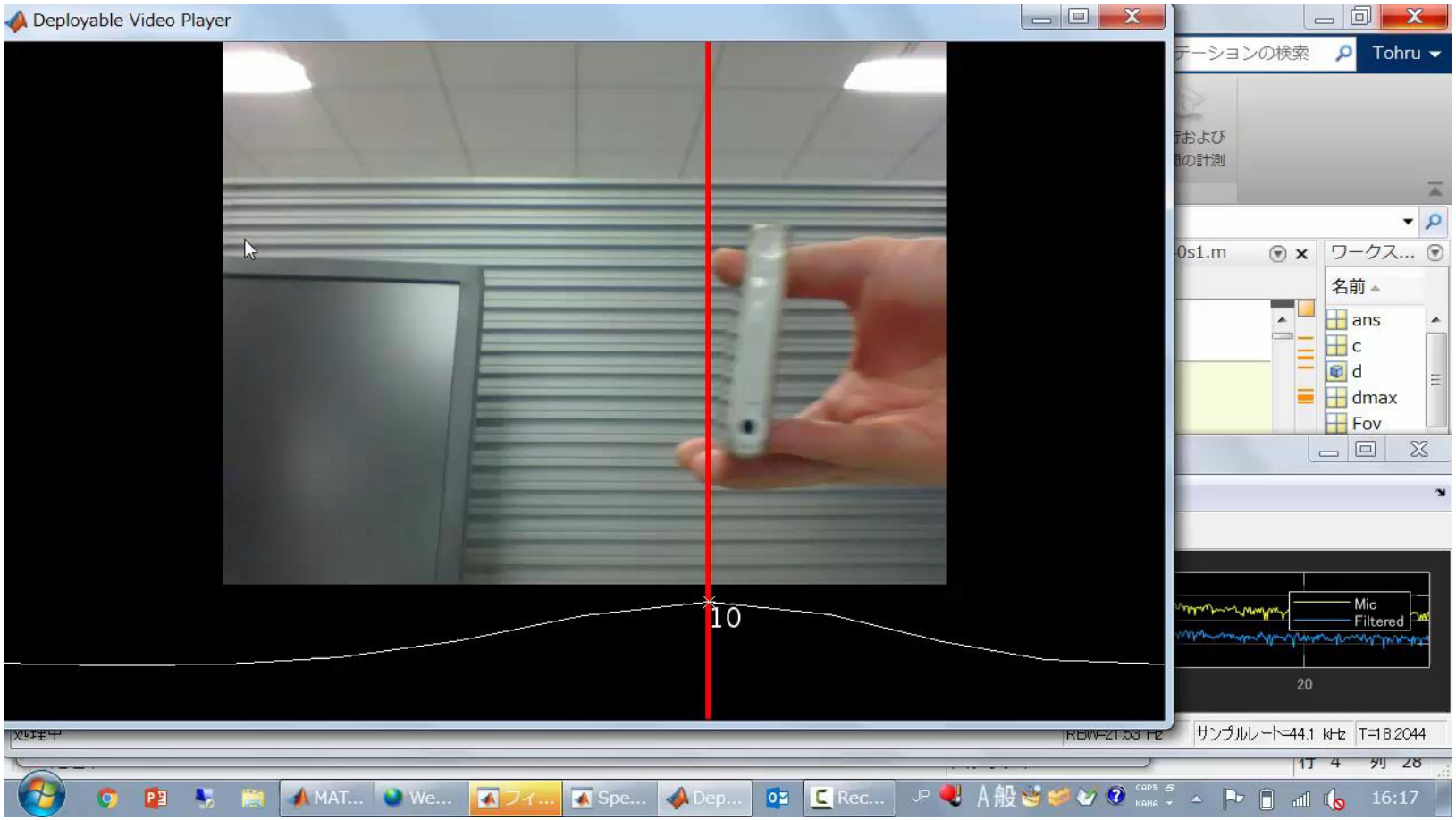
- iSonea



到来方向推定

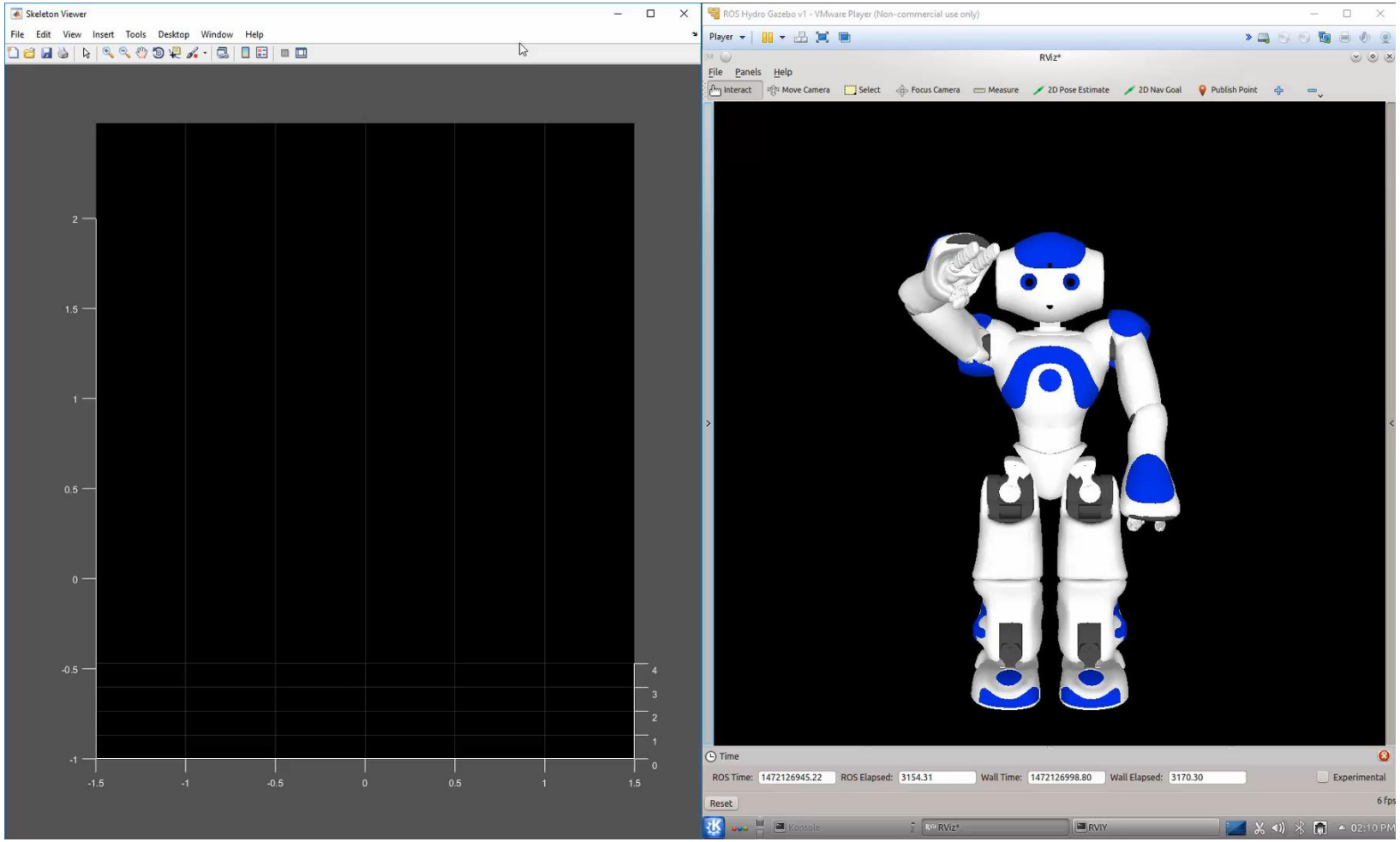
Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™
Signal Processing Toolbox™
DSP System Toolbox™

- マイクロフォンアレイから音源の方向を推定



Kinectによる姿勢検出と可視化

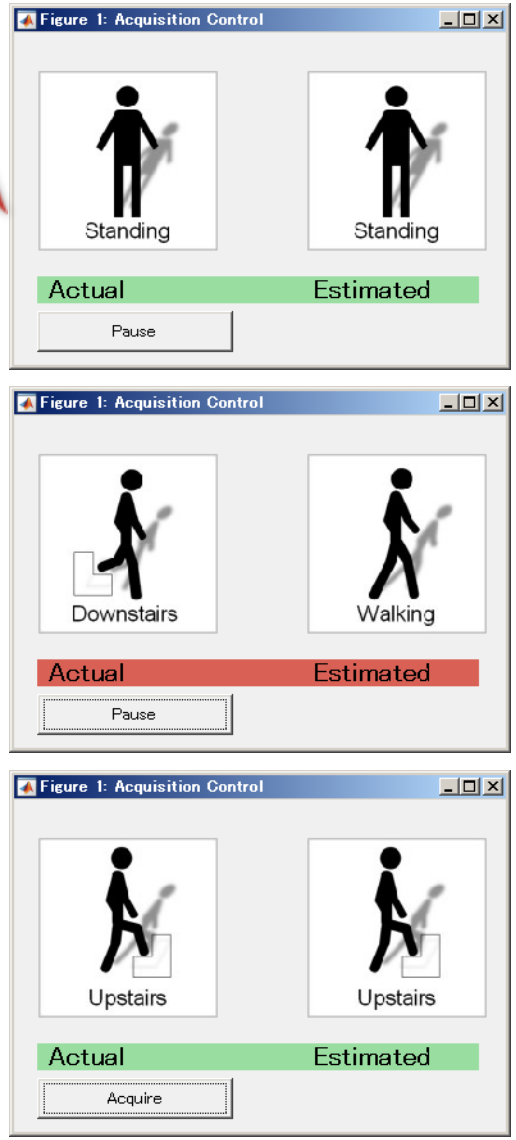




MATLAB, Image Acquisition Toolbox™, Image Processing Toolbox™, Computer Vision System Toolbox™, Robotics System Toolbox™

加速度センサーを使った人の行動推定

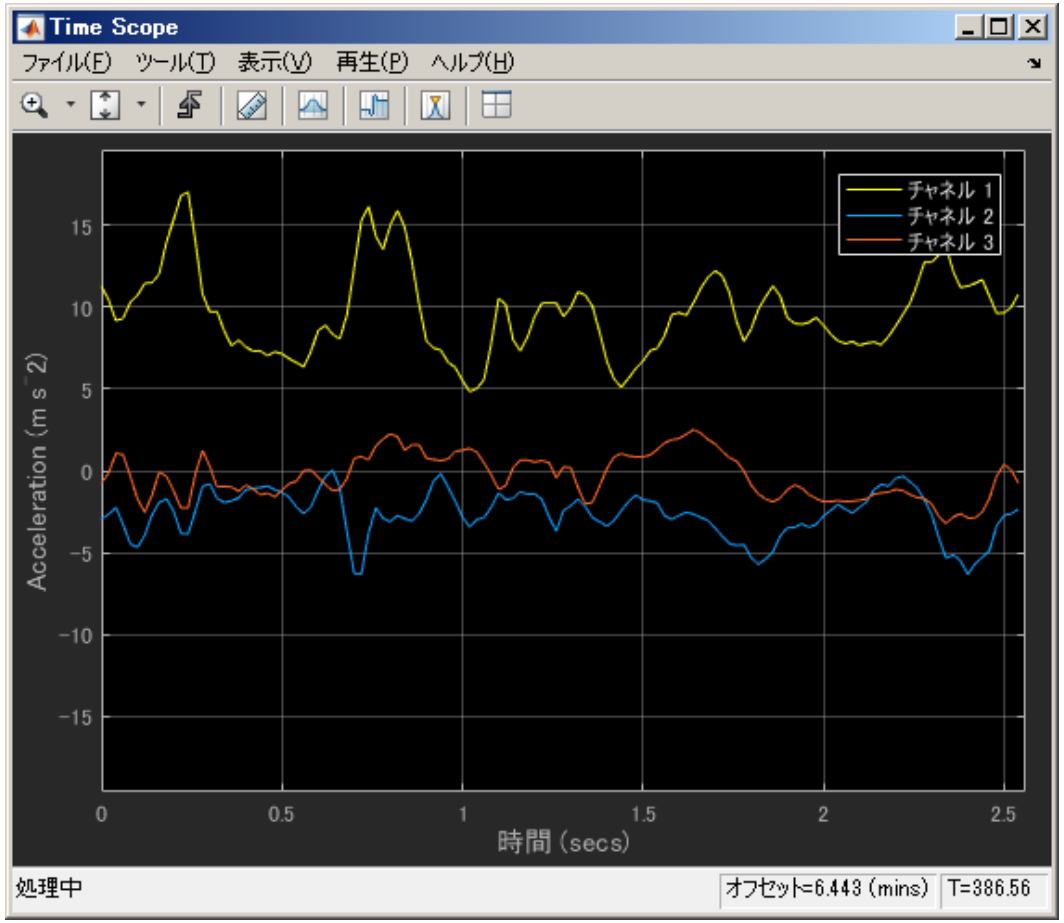




正解

誤判定

正解

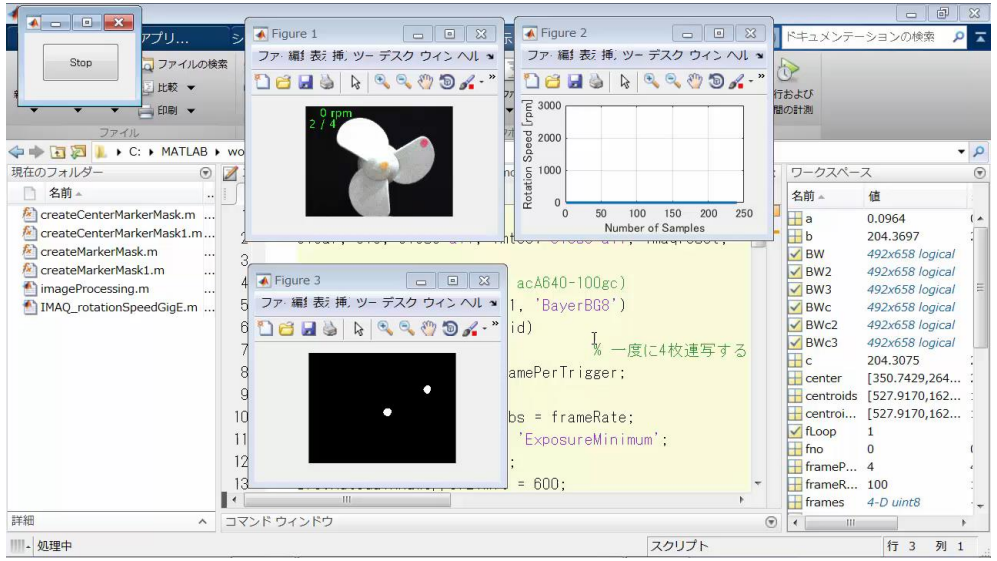


高速カメラでのハイスピード撮影

Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™

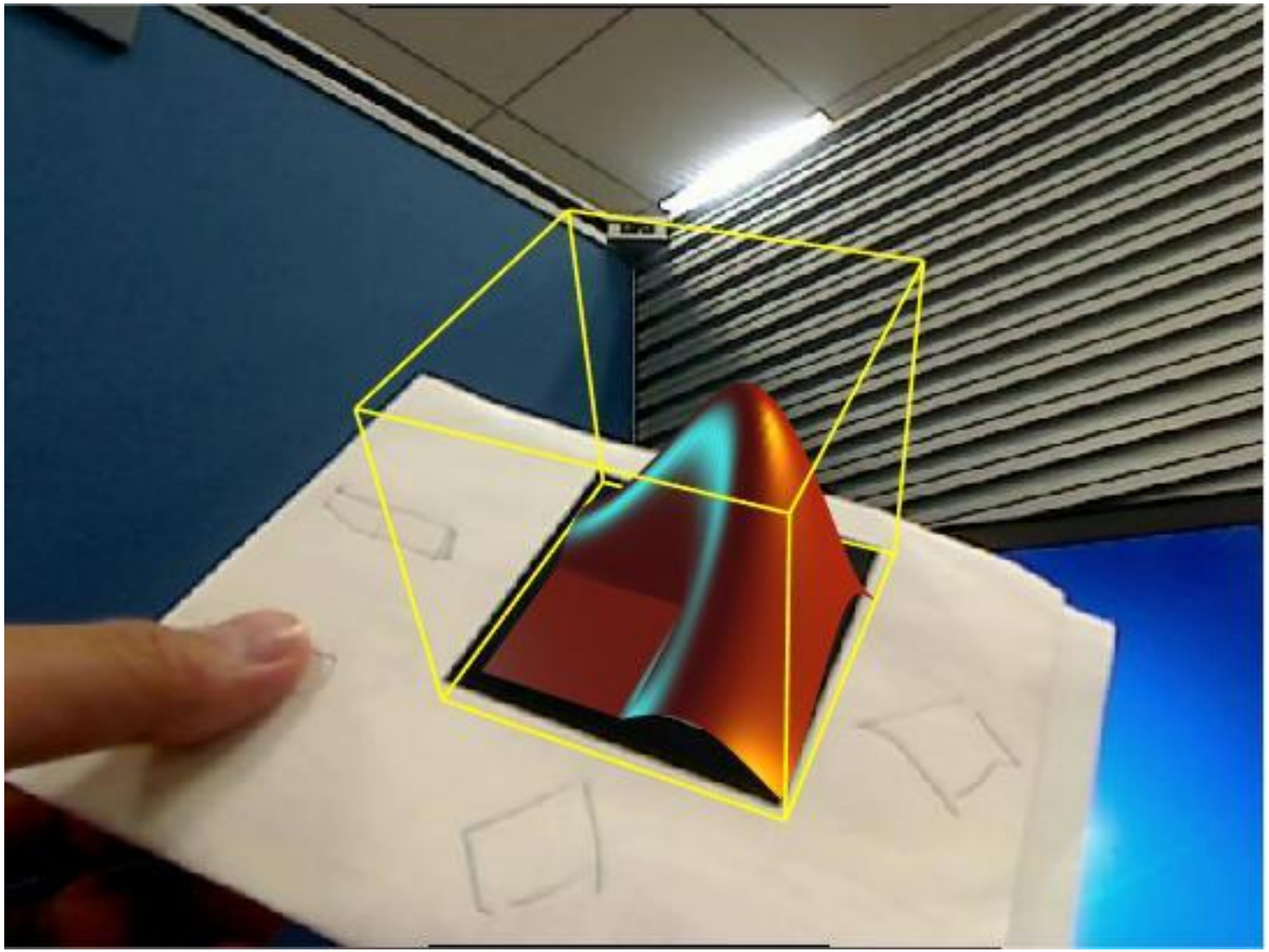
- 高速撮像で扇風機の回転速度を測定





マーカーベースのカメラ位置推定

Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™



ディープラーニングによる物体判別

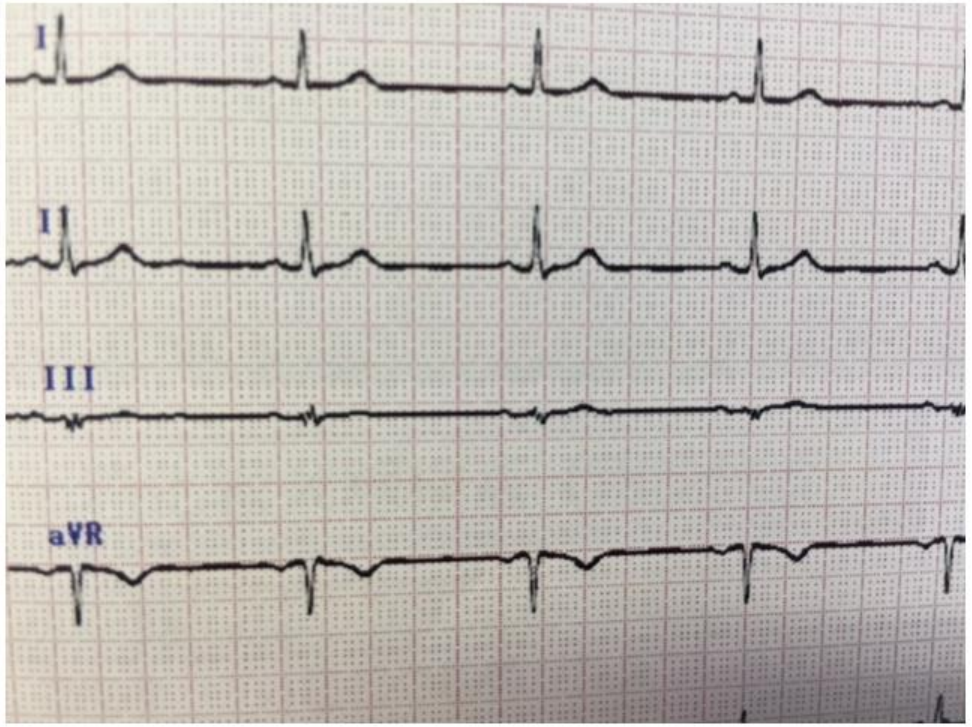
Image Processing Toolbox™
Computer Vision System Toolbox™
Image Acquisition Toolbox™
Neural Network Toolbox™
Parallel Computing Toolbox™



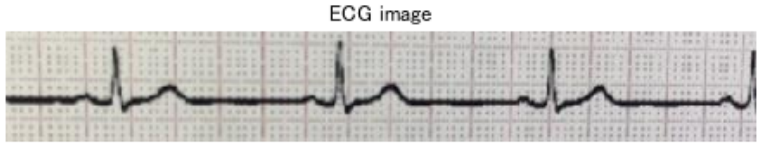
紙データから心拍を電子化

Image Processing Toolbox™
Signal Processing Toolbox™

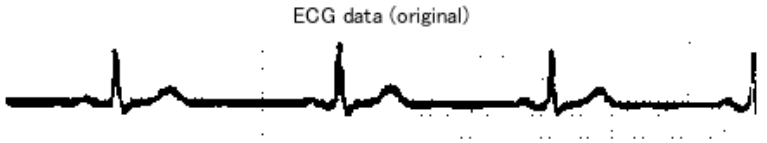
- 紙データを電子化して管理・解析



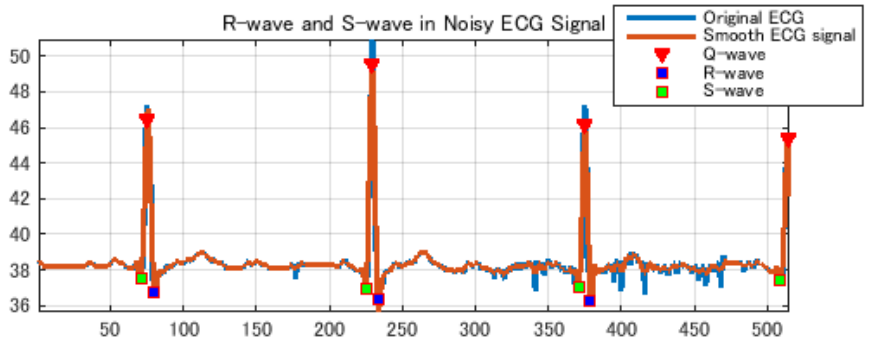
JPEG画像データ



二値化データ



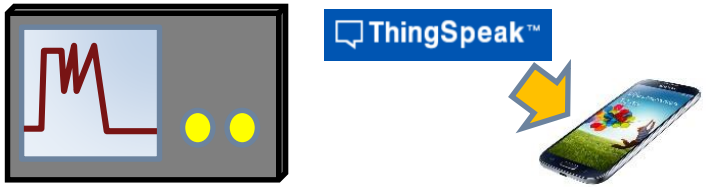
スムージング&
ピークサーチ



ThingSpeakの活用例

実験での活用

測定器の自動制御にthingSpeakWrite コマンド１行追加で無信号状態をすぐに把握。「数時間後気づいたらテストが進んでいなかった」を避け、離れた実験室との無駄な行き来もなくなります。



気象・農水産分野での活用

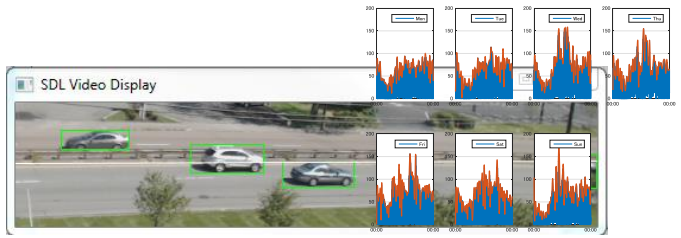
人やPCでやっていた温度/湿度等のデータ収集や植物の成長などの単純かつ長期間の計測。Arduino/Raspberry pi + ThingSpeakにより、数千円で自動観測システムを構築できます。



植物成長記録をWEB上で観測

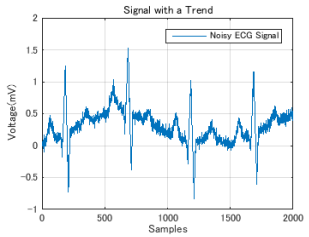
情報・統計解析分野での活用

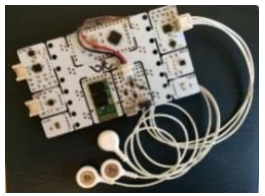
カメラ画像から車を検知するコンピュータビジョンのアルゴリズムをRaspberry Piに実装し、道路の交通量を観測。ThingSpeakでは取得した統計データを「時間ごと」「曜日ごと」などのソートやMATLAB関数を用いて解析することができます。



医療・スポーツ科学分野での活用

生体信号モニタリングで必要な長時間のデータ収集もThingSpeak上で行うことができます。その他、加速度、温度、位置情報のデータ等関連パラメータの同時収集/解析に利用可能。異常値に対してアクション機能も活用できます。





スマートフォンのGPSデータを可視化

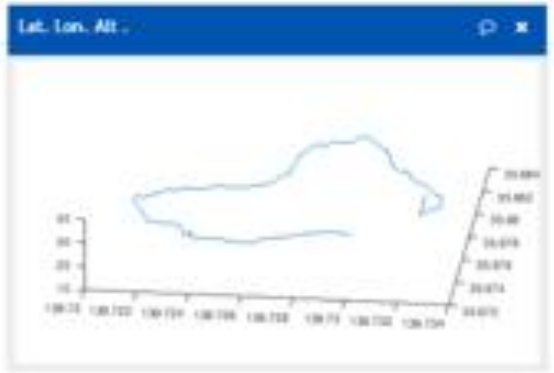
MATLAB®

https://thingspeak.com/channels/189917



スマホ操作で
GPSデータ収集

ThingSpeak上のAnalysis/Visualization機能



3 D行動解析



地図上に重ね描き



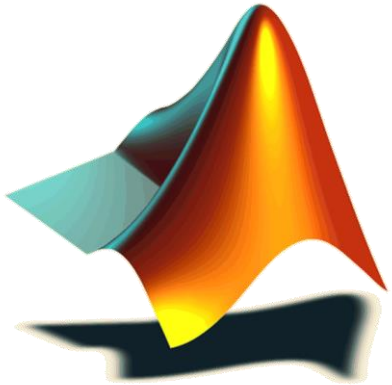
MATLAB Mobile™でサポート
スマートフォンのセンサ

- 加速度
- 角速度
- 磁場
- 方位/傾き/回転
- 緯度/経度/高度(GPS)
- 進路/速さ

アジェンダ

- MATLAB/Simulinkのご紹介
- まばたき検出デモを使った演習
- ヒューマンインターフェースへの活用例
- まとめ

まとめ



- 画像処理・信号処理に最適なMATLAB
  - 高度で豊富な関数群など充実した開発環境
  - 画像ファイルやカメラデバイスから画像を読み込み、可視化
  - 便利なGUIアプリケーション
- 機械学習の手法を容易に試行錯誤可能
  - ラベリングやさまざまな特徴抽出、可視化
  - 分類器を探索するためのアプリケーション
  - ディープラーニングなどの高度な手法も容易に組み合わせ
- 連携機能を活用しアルゴリズムを展開
  - カメラやKinectなどのハードウェアと容易に連携
  - ThingSpeakサービスなどのクラウドサービスにも連携

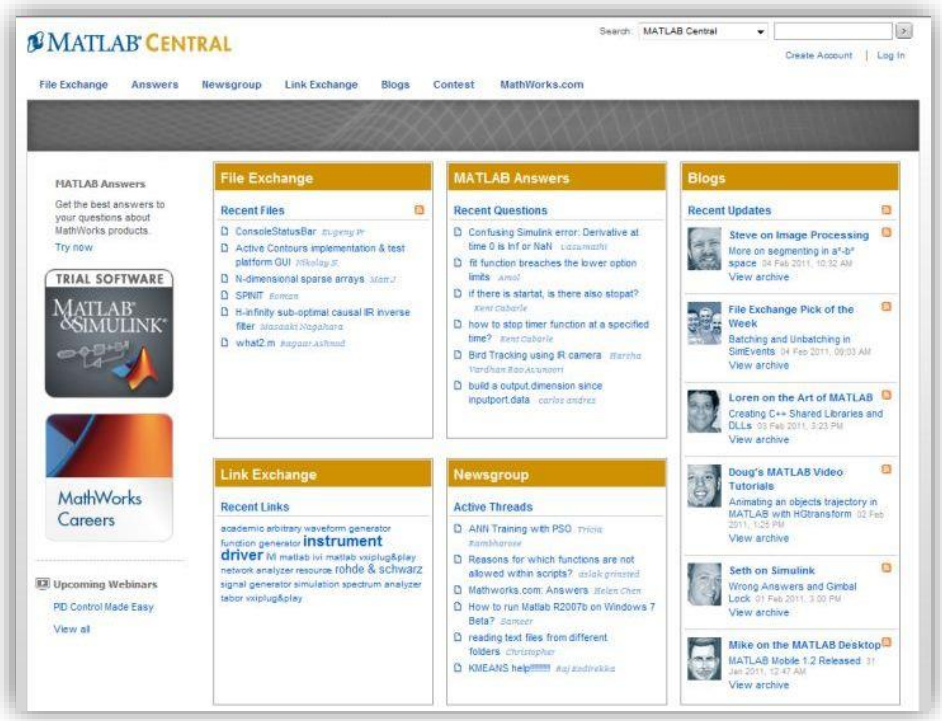
MATLABをご活用ください

MATLAB Central

MATLAB/Simulinkユーザのオープンコミュニティー

- File Exchange
  - MATLABコード、Simulinkモデル、ドキュメント等のフリーなファイルアップロード/ダウンロード
  - ファイルの評価、コメント、質問の投稿
  - 9,000以上のファイル、一月あたり400以上の投稿、一日あたり25,500のダウンロード
- ニュースグループ
  - MATLAB/Simulinkに関する技術討論の場としてのウェブフォーラムやニュースグループ
- ブログ
  - 製品開発に関するMathWorks開発者からの投稿
  - blogs.mathworks.comにアクセスして下さい。

MATLAB CENTRAL



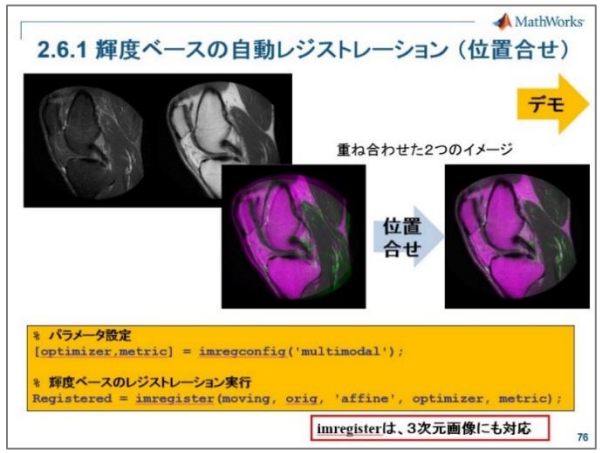
Based on February 2009 data

www.mathworks.com/matlabcentral

評価キットのご案内

- 画像処理関係の関数や機能紹介資料と、対応するサンプルプログラムがセットになった評価用キットを提供しています。

説明資料



サンプルプログラム

```
%% 輝度ベースの自動レジストレーション（位置合せ）
clear all; close all; clc;

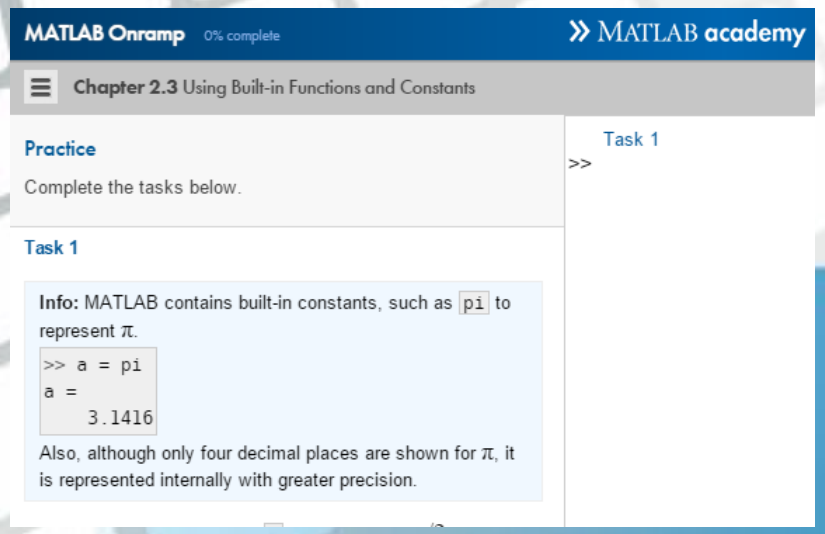
%% 2つの画像の読込・表示
orig  = dicomread('knee1.dcm');
moving = dicomread('knee2.dcm');
figure; imshowpair(moving, orig, 'montage');     %並べて表示
%%
imshowpair(moving, orig);shg;                    %重ねて表示

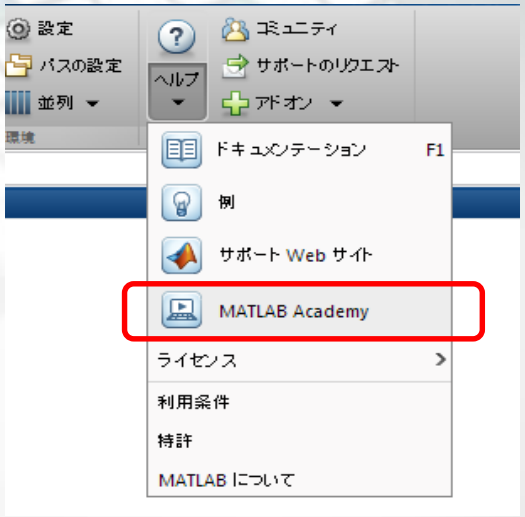
%% 輝度ベースのレジストレーション実行・表示
[optimizer,metric] = imregconfig('multimodal'); % パラメタ設定 （別々のデバイス：異なる輝度範囲）
optimizer.MaximumIterations = 150;              % 反復回数
optimizer.InitialRadius = 0.002;                % 初期検索範囲
```

- https://sft.mathworks.com/human.aspx?r=924117553&Arg12=filelist&Arg06=210507654-68dc7132bac606c5a336a191d97ab31f
- Username : customer
- Password : MathWorks

MATLAB Academy
～MATLABからアクセスできるオンラインサービス～

- Cloud上で学ぶインタラクティブトレーニング
  - 2時間で学ぶ無償コース”MATLAB Onramp”
  - 90日間使用できる有償コースもあります







http://jp.mathworks.com/academia/student_center/tutorials/

MATLAB Academy
～MATLABからアクセスできるオンラインサービス～

- Cloud上で学ぶインタラクティブトレーニング
  - 2時間で学ぶ無償コース”MATLAB Onramp”

What's new

  - MathWorksアカウントがあれば、ライセンスがなくても使えます
  - 日本語版がリリースされました！

https://matlabacademy.mathworks.com/jp



アカデミックWebセミナー



http://jp.mathworks.com/company/events/webinars/index.html

YouTube MATLAB channel



http://www.youtube.com/user/MATLAB

YouTube MATLAB channel
～日本語もあります



Book Program

26言語で1400冊以上の
MATLAB/Simulink関連書籍
（日本語書籍100冊以上）

- ウェブでの書籍紹介
- 執筆時のサポート

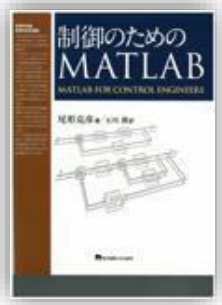














- 自動制御
- 信号処理
- 画像処理
- 生物化学
- 通信工学
- 機械工学
- 宇宙工学
- 電気工学
- 物理化学
- 経済学
- 金融工学
- 数学

MathWorks | Book Program



© 2017 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See www.mathworks.com/trademarks for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.